

---

Octrooiraad



[10] A **Terinzagelegging** [11] **7409053**

Nederland

[19] NL

---

[54] **Werkwijze en inrichting voor het voortbrengen van gasbelletjes in een vloeistof.**

[51] Int.Cl<sup>2</sup>.: B01F3/04, B01F5/04.

[71] Aanvrager: Envirotech Corporation te Menlo Park, Californië, Ver.St.v.Am.

[74] Gem.: Ir. C.M.R. Davidson c.s.  
Octrooibureau Vriesendorp & Gaade  
Dr. Kuiperstraat 6  
's-Gravenhage.

---

[21] Aanvraag Nr. 7409053.

[22] Ingediend 4 juli 1974.

[32] Voorrang vanaf 9 juli 1973.

[33] Land van voorrang: Ver. St. v. Am. (US).

[31] Nummer van de voorrangsaanvraag(en): Nr. 377345.

[23] --

[61] --

[62] --

---

[43] Ter inzage gelegd 13 januari 1975.

De aan dit blad gehechte stukken zijn een afdruk van de oorspronkelijk ingediende beschrijving met conclusie(s) en eventuele tekening(en).

---

ENVIROTECH CORPORATION, Menlo Park, Californië, Ver.St.v.Amerika.

Werkwijze en inrichting voor het voortbrengen van gasbelletjes in een vloeistof.

De uitvinding heeft betrekking op een inrichting en een werkwijze voor het voortbrengen van gasbelletjes in een vloeistof.

Verschillende afvalwater-behandelings en beluchtingswerkwijzen vereisen het mengen van gassen en vloeistoffen. Bekend is het gebruik van de keel van een venturi-pijpje voor het bewerkstelligen van de menging van een vloeistof en een gas, doch hierbij werd dan met een betrekkelijk lage keel-snelheid gewerkt.

Volgens de uitvinding is een keel van een venturi-pijpje voorzien van uitgangswanden die geleidelijk van elkaar weglopen met een bedrag tussen 0,5 en 3,5° per eenheid van afstand benedenstrooms van de keel, waarbij een eenheid van afstand gelijk is aan de minimale diameter van de keel, zodat de stroom van het tweefasige fluidum door de keel benedenstrooms van het gebied met maximale vernauwing met meer dan de geluidssnelheid plaatsvindt.

De uitvinding wordt hierna toegelicht met een beschrijving van een aantal uitvoeringsvoorbeelden. De beschrijving verwijst naar een tekening.

Fig. 1 is een aanzicht in doorsnede van een inrichting volgens de uitvinding.

Fig. 2 is een aanzicht in doorsnede van een andere uitvoering van de inrichting volgens fig. 1.

In fig. 1 is een venturi-pijpje 2 voorzien van convergerende toegangswanden 4, divergerende uitgangswanden 6 en een gebied met maximale vernauwing 8. De vloeistoftoevoerpijpen 10 en 12 voeren een vloeistofstroom aan naar het venturi-pijpje 2. Een gasinvoerpijp 14 steekt door een passende afdichting 16 heen en loopt in axiale richting door in het venturi-pijpje 2 tot een plaats 18 dichtbij de maximale vernauwing 8. De hoek waaronder de toegangswanden 4 convergeren, kan worden bepaald op gebruikelijke wijze. De hoek "a" waaronder de uitgangswanden 6 divergeren, is zodanig gekozen dat supersone stroom-

7409053

snelheden zullen optreden. In gebruikelijke venturi-pijpjes divergeren de uitgangswanden typerend met gelijkmatige, betrekkelijk grote hoeken. Echter kunnen de tweefasige fluida die met een snelheid die de geluidssnelheid benadert, stromen geen grote divergentie-hoeken verdragen omdat de stroom van de wand van het pijpje loslaat en de eigenschappen van de stroom daarbij veranderen, hetgeen verhindert dat supersone snelheden worden bereikt en voorts de gelijkmatigheid van de stroom verstoort.

In het venturi-pijpje 2 volgens de uitvinding divergeren de uitgangswanden 6 geleidelijk. In de in fig. 1 weergegeven inrichting bijvoorbeeld divergeren de uitgangswanden 6 onder een hoek van slechts ongeveer  $1^\circ$  direct na de maximale vernauwing 8 en neemt de divergentie toe in benedenstroomse richting daar vandaan gerekend met een bedrag van ongeveer  $1^\circ$  per eenheid van afstand gemeten langs de as, welke eenheid van afstand gelijk is aan de diameter van het venturi-pijpje ter plaatse van de maximale vernauwing 8. Indien bijvoorbeeld de diameter van de maximale vernauwing 2,5 cm bedraagt, zullen de uitgangswanden 6 een divergentie van  $1^\circ$  vertonen over de eerste 2,5 cm benedenstrooms van de maximale vernauwing 8, van  $2^\circ$  voor de tweede afstand van 2,5 cm in benedenstroomse richting, van  $3^\circ$  voor de derde afstand van 2,5 cm, en zo vervolgens totdat de uitgangswanden 6 samenvallen met de afvoerpijp 20.

De volume-verhouding van gas en vloeistof en de absolute statische druk in de doorsnede met minimaal oppervlak van het venturi-pijpje bepalen de minimale snelheid van het tweefasig fluidum die vereist is om door het pijpje heen een stroomsnelheid beneden, respectievelijk boven de geluidssnelheid te verkrijgen. Bij een doorstroomsnelheid door het venturi-pijpje beneden de geluidssnelheid bedraagt de snelheid van het fluidum benedenstrooms van de vernauwing in de orde van grootte van 1500 m/min. Bij dergelijke snelheden is het gebleken dat staande geluidsschokgolven 22 worden opgewekt binnen de stroom door de afvoerpijp 20 en dat over dergelijke schokgolven een drukverschil ontstaat. Gebruikmakend van een gasinlaatpijp 14 met een diameter van ongeveer 6 mm bleek de gemiddelde diameter van de belletjes in de tweefasige stroming na passage van de schokgolf 0,5 mm te bedragen. Aangenomen wordt dat de verkleining van de afmetingen van de belletjes plaats-

7409053

vindt omdat de betrekkelijk steile drukgradient door de schokgolf heen de belletjes samendrukt en kliëft. Aangezien de verzadigingsconcentratie rechtstreeks met de druk toe of afneemt, dient de compressie die optreedt bovenstrooms van de schokgolf 22, tevens voor het verhogen van de hoeveelheid gas die in de vloeistof kan worden opgelost en voor het bereiken van een gelijkmatige verdeling van de belletjes.

Fig. 2 laat een andere uitvoeringsvorm van de inrichting zien die hierin verschilt dat de gasinvoerpijp 14 vanuit een zijdelingse richting in het venturi-pijpje 2 steekt en het gas juist ter plaatse van de maximale vernauwing 8 invoert. Deze uitvoeringsvorm van de uitvinding werkt in hoofdzaak op dezelfde wijze als die volgens fig. 1.

Teneinde een supersone stroming en een schokgolf benedenstrooms van het venturi-pijpje op te wekken is het noodzakelijk dat het fluidum met een snelheid die bijna de geluidssnelheid is, het venturi-pijpje binnenstroomt. Gevonden is nu dat een tweefasig mengsel van gassen en vloeistoffen een stroming met geluidssnelheid kan bereiken bij een snelheid in de keel van het venturi-pijpje die veel geringer is dan de overeenkomstige snelheid die nodig is voor een eenfasig fluidum, dus van een gas of een vloeistof alleen, om een stroming met geluidssnelheid te bereiken. Bijvoorbeeld zal indien alleen vloeistof door het pijpje stroomt de snelheid in de keel ongeveer 1200 m/s moeten bedragen om benedenstrooms supersone snelheden te bereiken; indien alleen een gas (bijvoorbeeld lucht) door het venturi-pijpje stroomt zal de snelheid in de keel ongeveer 330 m/s moeten bedragen om benedenstrooms supersone snelheden te bereiken. Met een homogeen tweefasig mengsel van vloeistoffen en gassen kunnen supersone snelheden benedenstrooms van de keel worden bereikt terwijl het mengsel door het nauwste gedeelte van het venturi-pijpje stroomt met een snelheid van niet meer dan 15 m/s. Typerend is dat de snelheden in het nauwste gedeelte liggen tussen 15 en 36 meter/s. Bijvoorbeeld zal een homogeen mengsel van water en lucht dat met een snelheid van 15 m/s stroomt, supersone snelheden bereiken na doorgang door een vernauwing met een statische druk van ongeveer 0,5 at. Met andere woorden, supersone snelheden kunnen benedenstrooms van de vernauwing tot stand worden gebracht terwijl gewerkt wordt met praktische en op industriële schaal uitvoerbare vloeistofsnelheden

7409053

bovenstrooms van de vernauwing.

De hoeveelheid gas die wordt ingevoerd ter plaatse van de vernauwing 8 of daarvoor, wordt ingesteld en geregeld met het oog op het veroorzaken van supersone omstandigheden benedenstrooms van de vernauwing. Het gas kan hetzij onder druk of door natuurlijke aanzuiging worden geïntroduceerd.

Andere toepassingen van de uitvinding omvatten het floteren van mineralen, processen voor het scheiden van olie of gesuspendeerde vaste stoffen uit stedelijk en industrieel afvalwater, het afschuimen van bacterien, processen voor het onttrekken van een gas uit een vloeistof, en verschillende processen voor beluchting en behandeling met kooldioxide.

#### C O N C L U S I E S

1. Werkwijze voor het beluchten van een vloeistof met kleine gasbelletjes, gekenmerkt door

- a. het bewerkstelligen van een vloeistofstroom door een pijp;
- b. het toevoegen van een stroom gas aan de vloeistofstroom teneinde een stroom van een tweefasig fluidum tot stand te brengen bij een snelheid die bijna de geluidssnelheid is zoals bepaald door de volume-verhouding van gas en vloeistof en de statische druk;
- c. het vernauwen van de stroom tweefasig fluidum nabij de plaats waar het gas wordt ingevoerd door middel van een venturi-pijpje op voldoende wijze om ter plaatse van de maximale vernauwing van het pijpje de geluidssnelheid te bereiken;
- d. het geleidelijk expanderen van de stroom gas en vloeistof benedenstrooms van de vernauwing teneinde de stroomsnelheid te verhogen en een supersone stroom tot stand te brengen alsmede een bijbehorende schokgolf teneinde de gasfase van de stroom fluidum tot kleine belletjes terug te brengen.

2. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk,

7409053

dat de gasstroom in axiale richting wordt ingevoerd in het pijpje dichtbij het gebied waar de maximale vernauwing aanwezig is.

3. Werkwijze volgens conclusie 1, met het kenmerk, dat de gasstroom wordt toegevoerd door een opening in de wand van het pijpje dichtbij het gebied waar de maximale vernauwing bestaat.

4. Werkwijze volgens conclusie 1, 2 of 3, met het kenmerk, dat de expansie plaatsvindt met een bedrag tussen 0,5 en 3,5° per eenheid van afstand langs de as gemeten welke eenheid gelijk is aan de minimum diameter van de vernauwing in het venturi-pijpje.

5. Werkwijze volgens conclusie 4, met het kenmerk, dat de expansie wordt voortgezet totdat de diameter van de afvoerpijp tenminste gelijk is aan de diameter van de pijp voorafgaand aan de vernauwing.

6. Inrichting voor het ten uitvoer leggen van de werkwijze volgens een van de voorafgaande conclusies.

7409053

7409053

FIG. 2

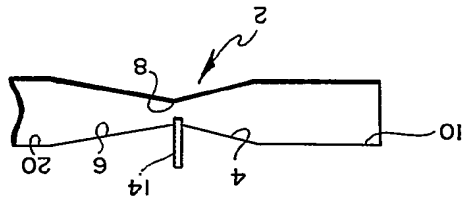


FIG. 1

